

**DOI:** 10.26820/recimundo/6.(3).junio.2022.155-165

**URL:** <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/1653>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIMUNDO

**ISSN:** 2588-073X

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 32 Ciencias Médicas

**PAGINAS:** 155-165



## La micotoxicosis y su impacto en la salud

Mycotoxycosis and its impact on health

Micotoxicose e o seu impacto na saúde

**Alida Vallejo López<sup>1</sup>; Edgar Pilco Asqui<sup>2</sup>; Josefina Ramírez Amaya<sup>3</sup>; Magaly Peñafiel Pazmiño<sup>4</sup>**

**RECIBIDO:** 01/05/2022 **ACEPTADO:** 20/05/2022 **PUBLICADO:** 09/06/2022

1. Magister en Diseño Curricular; Licenciada en Imagenología; Docente de Nivelación en la Facultad de Ciencias Médicas; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; ositos\_3@yahoo.es;  <https://orcid.org/0000-0001-7859-5268>
2. Cirujano General; Médico; Docente en la Facultad de Ciencias Médicas; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; edgar.pilcoa@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-6020-3465>
3. Magister en Salud pública; Doctora en Medicina y Cirugía; Especialista en Pediatría; Docente en la Facultad de Ciencias Médicas; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; josefina.ramireza@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-4338-8274>
4. Magister en Gestión Ambiental; Bióloga; Docente Investigador: Biodiversidad. Zoología. Botánica. Ecología. Medio ambiente y Gestión ambiental; Universidad Tecnológica ECOTEC; Samborondón, Ecuador; mpenafiel@ecotec.edu.ec;  <http://orcid.org/0000-0002-4692-3818>

### CORRESPONDENCIA

Alida Vallejo López  
ositos\_3@yahoo.es

**Guayaquil, Ecuador**

## RESUMEN

Las micotoxicosis involucra un amplio grupo de intoxicaciones causadas por la inhalación, el contacto directo o la ingestión de alimentos que han sido contaminados con micotoxinas, las cuales son metabolitos tóxicos producidos por una gran variedad de hongos filamentosos, constituyen un problema en el ámbito mundial por su alta incidencia en los alimentos. Constituyen un riesgo para la salud humana y animal siendo considerado como una problemática de salud pública. El objetivo del presente artículo es reconocer lo que es una micotoxina y el daño que puede causar en los seres humanos. Material y Método: Se realizó una revisión bibliográfica de artículos de fuentes como Scielo, Redalyc y autores especializados entre otros, se obtuvieron 32 artículos de los cuales se consideraron 18 para realizar este artículo. Conclusión: Considerando el potencial riesgo que tienen al consumir alimentos que podrían ser precursores de enfermedades como el cáncer. Se discute el riesgo potencial de las micotoxinas para la salud.

**Palabras clave:** Micotoxina, Enfermedades, Riesgo, Cáncer

## ABSTRACT

Mycotoxic involve a wide group of intoxications caused by inhalation, direct contact or ingestion of food that has been contaminated with mycotoxins, which are toxic metabolites produced by a wide variety of filamentous fungi, constituting a worldwide problem due to its high incidence in food. They constitute a risk to human and animal health and are considered a public health problem. The objective of this article is to recognize what a mycotoxin is and the damage it can cause in humans. Material and Method: A bibliographic review of articles from sources such as Scielo, Redalyc and specialized authors, among others, was carried out, 32 articles were obtained, of which 18 were considered for this article. Conclusion: considering the potential risk they have when consuming foods that could be precursors to diseases such as cancer. The potential health risk of mycotoxins is discussed

**Keywords:** Mycotoxin, Diseases, Risk, Cancer.

## RESUMO

As micotoxinas envolvem um amplo grupo de intoxicações causadas pela inalação, contacto directo ou ingestão de alimentos contaminados com micotoxinas, que são metabolitos tóxicos produzidos por uma grande variedade de fungos filamentosos, constituindo um problema mundial devido à sua elevada incidência em alimentos. Constituem um risco para a saúde humana e animal e são considerados um problema de saúde pública. O objectivo deste artigo é reconhecer o que é uma micotoxina e os danos que esta pode causar nos seres humanos. Material e Método: Foi realizada uma revisão bibliográfica de artigos de fontes como Scielo, Redalyc e autores especializados, entre outros, foram obtidos 32 artigos, dos quais 18 foram considerados para este artigo. Conclusão: considerando o risco potencial que têm quando consomem alimentos que podem ser precursores de doenças como o cancro. O risco potencial para a saúde das micotoxinas é discutido.

**Palavras-chave:** Micotoxina, Doenças, Risco, Cancro.

### Introducción

Las micotoxicosis son intoxicaciones causadas por ingestión de alimentos contaminados con micotoxinas que determinan distintos cuadros clínicos y patológicos en los animales y en el hombre. Se han relacionado con efectos a largo plazo, tales como el cáncer y la inmunodeficiencia. Las micotoxinas son sustancias resultantes del metabolismo secundario de diversos linajes de hongos filamentosos, predomina en climas tropicales y subtropicales, donde el desarrollo fúngico es favorecido por factores como ciertas condiciones. Producidas principalmente por hongos filamentosos bajo unas condiciones de temperatura que oscilan entre los 20-25 °C, requieren de un pH entre 4 y 8 y una humedad relativa de 80 a 90 % (Bankole SA, Mabekoje 2004.).

En el mundo se han realizado estudios que relacionan las micotoxinas con problemas de salud, por ejemplo en África, la contaminación por micotoxinas se considera un problema importante con implicaciones que afectan la salud y la economía humana y animal.

Las micotoxinas pueden contaminar los alimentos, materias primas utilizadas para su elaboración, originando un grupo de enfermedades y trastornos, denominados micotoxicosis, y que resultan tóxicos para el hombre o los animales. Por lo tanto las micotoxinas son factores de riesgo para la salud humana y animal (Bennett JW, Klich M.2003).

Aunque no todas las clases de hongos son tóxicos, existen variedades que pueden causar trastornos a la salud de los seres humanos, en especial cuando son consumidos a través de ciertos alimentos que han sido contaminados previamente constituyendo un peligro latente cuando no existe forma de detectarlo, especialmente por falta de controles, que tener en cuenta que la presencia de estas micotoxinas en los alimentos pueden presentarse en forma individual o simultánea con otras, lo que puede

provocar efectos sinérgicos en su acción sobre el organismo aumentando así su toxicidad.

Si bien, no es muy conocida su función biológica, se postula que conferirían ventajas selectivas, como por ejemplo aumentar la habilidad para competir con otros microorganismos por el sustrato e incrementar la capacidad parásita para infectar al hospedador, siendo muy activas frente a plantas (fitotoxinas), animales (micotoxinas) y microorganismos (antibióticos), inhibiendo su crecimiento e incluso produciendo su muerte cuando compiten con éstos por los nutrientes y por el hábitat. (Maldonado. L.2020).

Están presentes en casi la totalidad de las materias primas y alimentos utilizados en la alimentación de animales. Se pueden encontrar en cualquier punto de la cadena alimenticia, desde la siembra y cosecha hasta en la carne y leche que se consume. Los alimentos más susceptibles a la contaminación fúngica y consecuente producción de aflatoxinas son los granos y cereales (maní, maíz, trigo, cebada, avena, sorgo, arroz, almendra, frijoles, semillas oleaginosas de algodón, girasol, soya), frutos secos, frutas deshidratadas, leche y productos lácteos, hierbas, especias, café, cacao, piensos, aceites vegetales, cerveza, entre otros. Las aflatoxinas son potentes agentes cancerígenos y están distribuidos ampliamente en la naturaleza. Dentro de las especies de hongos que producen aflatoxinas se encuentran: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Penicillium puberalis* y *Aspergillus oryzae*. En 1967 fueron reportadas las especies *Aspergillus niger*, *Aspergillus gruber*, *Aspergillus wentii*, *Penicillium frequentans*, *Penicillium variable* y *Penicillium citrinum* como productores de aflatoxinas por Nulik y Holiday.

Cuando las micotoxinas son ingeridas, tanto por el hombre como por los animales, pueden producir diversos efectos perjudiciales para la salud, sobre todo por sus

propiedades carcinogénicas, teratogénicas, estrogénicas, anabolizantes, mutagénicas, hemorrágicas y nutricionales, constantemente, las micotoxinas son temas de investigaciones relacionadas con la fisiología, producción de toxinas y desarrollo de los hongos productores de micotoxinas. En esta área, muy amplia y compleja, se sabe que los hongos toxigénicos crecen y se proliferan bien en cereales y granos, principalmente en el maní, maíz, trigo, cebada, sorgo y arroz, donde generalmente encuentran un sustrato altamente nutritivo para su desarrollo. (Mallmann, 2007) .

El objetivo del presente artículo es concientizar a la sociedad sobre lo que es una micotoxina y el daño que puede causar en los seres humanos.

### **Material y método**

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos de fuentes como PubMed, Google Académico, Scielo, Redalyc y autores especializados entre otros, se obtuvieron 32 artículos de los cuales se consideraron 20 para realizar este artículo.

### **Origen de las micotoxinas**

En los siglos VIII y VII a.C se instauró el Festival de las Robigalia en honor del Dios Robigus, a quien era necesario propiciar para proteger el grano y los árboles. Se celebraba el 25 de abril, época en que las cosechas resultaban atacadas por la roña o el mildú. En la Edad Media, los brotes de ergotismo causados por alcaloides ergóticos de *Claviceps purpurea* alcanzaron proporciones de epidemia, mutilando y matando a miles de personas en Europa.

Las micotoxinas pueden producir brotes de distintas enfermedades conocidas como micotoxicosis, la primera: el ergotismo data del año 1711, a fines del siglo XIX y principios del XX, el eczema facial en ovinos de Australia y Nueva Zelanda, la Massavie zaboievenie en equinos reportada en la antigua URSS en el año 1930 y el síndrome he-

morrágico en el subsistema digestivo. Las micotoxicosis son las intoxicaciones producidas por el consumo de alimentos con micotoxinas. Hay procesos de micotoxicosis por contacto a través de la piel y por la inhalación en ambientes muy cargados. Pueden ser agudas o subagudas (elevada concentración) que acaba con la vida, o crónicas. El estudio de los hongos como tóxicos se inició en los años 60 con una intoxicación masiva que provocó la muerte de 100 000 aves en Inglaterra por la ingestión de pienso preparado con harina de maíz contaminada con *Aspergillus flavus*, detectándose un metabolito altamente tóxico al que denominaron aflatoxina, que poco tiempo después produjo la muerte a 106 personas de 397 que se intoxicaron.

Existen alrededor de 150 tipos de mohos que son capaces de producir micotoxinas cuando se desarrollan en condiciones favorables. En el año 1977 la FAO reportó las micotoxinas de mayor importancia: aflatoxinas, ocratoxinas, citrinina, zearalenona, patulina, tricotecanos y esterigmatocistina. (Astoviza & Socarrás, 2005)

### **Factores de riesgo**

Entre los factores de riesgo se pueden mencionar a personas inmunodeprimidas, personas que vivan en humedales, que realicen trabajos de tipo agrícola, regiones con poco acceso a fungicidas para los cultivos.

Para realizar el diagnóstico de estas afecciones se debe prestar especial atención a los síntomas ya que muchas veces es difícil de confirmar. Los datos epidemiológicos, los signos clínicos y las lesiones patológicas pueden indicarnos un diagnóstico presuntivo que luego con la ayuda del laboratorio se pueden confirmar. La presencia y cuantificación de las diferentes micotoxinas es lo que nos confirma si realmente estamos en presencia de micotoxicosis. Existen diferentes pruebas de laboratorio como la cromatografía en capa fina, la cromatografía líquida de alta presión (HPLC), o técnicas con base inmunológicas como pueden ser

la técnica de ELISA o las columnas de inmunoafinidad. Todas ellas tienen sus ventajas y desventajas tanto sea por su precisión, rapidez y costo.

Sea cual sea la técnica empleada, sin embargo, uno de los principales problemas para poder llegar a un diagnóstico correcto son las fallas en la toma de muestra. El muestreo debe ser representativo del alimento y tomado de diferentes zonas de donde está almacenado ya que la presencia de micotoxinas no es uniforme en todo el alimento.

Las enfermedades que se presentan en humanos, se ha observado una correlación entre el consumo de alimento contaminado con estas toxinas y el desarrollo de cáncer de hígado y podría estar relacionado con otros tipos de cáncer como el de riñón... Por tal motivo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en conjunto con la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (WHO-IARC, por sus siglas en inglés) han evaluado los efectos que probablemente favorece el desarrollo del cáncer de hígado (WHO-IARC, 1993).

El especialista que se dedica al estudio de esta patología es el micólogo, y si fuera necesario habría que consultar varios especialistas quienes definirán que procedimiento debe realizarse.

### **Efecto de las micotoxinas en humanos y animales**

Las micotoxinas son sustancias tóxicas cancerígenas que se originan por el crecimiento de hongos sobre subproductos, harinas, granos, frutas, y otros, incluso aún sin cosechar y producen daño en el organismo del animal y pueden transmitirse al hombre. La contaminación de los alimentos por micotoxinas puede ocurrir antes de la producción, almacenamiento, procesamiento, transporte o comercialización de los productos alimenticios, siendo factores determinantes altas temperaturas, humedad. Las aflatoxinas, las ocratoxinas, las fumonisinas, el

deoxinivalenol y la zearalenona se consideran las principales micotoxinas producidas en alimentos.

La susceptibilidad a las micotoxinas varía de acuerdo a la especie animal, la edad, sexo, tipo de producción y micotoxina involucrada. Así vemos que las aves son mucho más susceptibles a las aflatoxinas que otras especies, o el cerdo es más susceptible a la Zearalenona que los rumiantes. Frente a una misma micotoxina, se ha observado que las vacas lecheras de alta producción pueden ser más susceptibles que animales en invernada, o que los animales jóvenes son más sensibles que los animales adultos. La mayoría de las micotoxinas son termorresistentes manteniendo su toxicidad luego de procesos como la peletización de raciones o la preparación de reservas. Muchas micotoxinas tienen acción inmunosupresora por lo cual pueden producirse conjuntamente con brotes de enfermedades. Un ejemplo puede ser la asociación entre las aflatoxinas y la salmonelosis y/o la peste porcina clásica en cerdos.

Otro ejemplo de micotoxicosis son las aflatoxicosis agudas con manifestaciones clínicas que incluyen vómito, dolor abdominal, edema pulmonar e infiltración de grasa (Wu et al., 2014). El consumo de alimentos contaminados con aflatoxinas se dio en el occidente de la India en la década de 1970, donde el consumo de maíz contaminado causó envenenamiento y provocó la muerte de al menos 97 personas (Krishnamachari, Bhat, Nagarajan y Tilak, 1975). En reportes en el año 2004, maíz contaminado con aflatoxinas causó uno de los brotes más grandes de aflatoxicosis en Kenia, resultando en 317 casos de intoxicación y 125 muertes. (Azziz-Baumgartner et al., 2005). Las mismas también se han relacionado con el retraso en el crecimiento infantil, en niños están por debajo de la referencia de crecimiento establecida por la Organización Mundial de la Salud (WHO-IARC, 1993). Además se ha asociado la intoxicación infantil con vulnerabilidad a enfermedades

infecciosas y deficiencias en el aprendizaje (Khlanguiset, Shephard y Wu, 2011). Y se ha demostrado que la ingesta de alimentos contaminados con aflatoxinas en mujeres en etapa de lactancia condujo a un menor peso y talla de los bebés lactantes (Mahdavi, Nikniaz, Arefhosseini y Vahed-Jabbari, 2010).

Entre los efectos tóxicos inmediatos, se consideran efectos inmunosupresores, mutagénicos, teratogénicos y carcinogénicos. El principal órgano diana de los efectos tóxicos y carcinogénicos es el hígado. También inducen tumores en riñón, colon y pulmón. El cáncer constituye hace años la segunda causa de muerte en Cuba, y como una de sus causas más importantes y modificables es una alimentación incorrecta, dentro de la cual se encuentra la ingestión de alimentos contaminados con micotoxinas; se debe tratar de tomar medidas dentro de lo posible para evitar esta enfermedad. (Peraica, Radic, & Lucic, 2000).

En estudios epidemiológicos en diversas partes del mundo donde es frecuente el cáncer de hígado se ha encontrado relación estadísticamente significativa entre el nivel de contaminación con aflatoxinas, y esta enfermedad. El hombre con una dieta deficiente nutricionalmente es más susceptible a los efectos tóxicos de las aflatoxinas, que pueden ejercerse directamente y provocar toxicosis aguda o toxicosis crónica subletal que tiene como manifestación el cáncer. En estudios recientes se hallaron aflatoxinas en el cerebro y los pulmones de niños fallecidos por Kwashiorkor y en niños controles que habían muerto por otras enfermedades. Esto podría deberse a un desequilibrio metabólico o al fracaso de los mecanismos excretorios en los niños con enfermedades como el sarampión (que precede al Kwashiorkor en 25% de los casos), insuficiencia renal, estenosis pilórica o gastroenteritis, y a menor depuración de las aflatoxinas en las neuropatías. En 1966 se demostró que el mecanismo de acción de las aflatoxinas incluía la inhibición del DNA y el RNA, la

inhibición de la mitosis y la producción de alteraciones cromosómicas, lo que evidenció su efecto como agente carcinogénico, teratogénico y mutagénico. Por esto se ha planteado que las aflatoxinas son un factor de inducción de neoplasia en el hombre.

La aflatoxina una vez absorbida en el intestino delgado es transportada por los glóbulos rojos y las proteínas plasmáticas hasta el hígado vía portal, donde es metabolizada por las enzimas oxidasas que las biotransforman en metabolitos, algunos altamente reactivos que tienen la capacidad de unirse covalentemente con centros nucleofílicos de macromoléculas celulares como el DNA, RNA, y proteínas. Esto implica un riesgo biológico para la célula. (Astoviza & Socarrás, 2005).

Tricotocenos (TCT) . Son producidos por varias especies del género *Fusarium* spp.; son de distribución mundial y contaminan cereales como avena, trigo, cebada y maíz. Los TCT tienen múltiples órganos blanco, causando lesiones y alteraciones de características muy variadas siendo la inmunosupresión, la neurotoxicidad y la disminución en la absorción de nutrientes las principales alteraciones. El mecanismo de toxicidad de los tricotocenos, es la inhibición de la síntesis de proteínas, así como de la síntesis de ADN y ARN, por la unión de los TCT a la peptidil transferasa, parte integral de la subunidad 60S del ribosoma.

Ocratoxina A (OTA). La ocratoxina A (OTA), es producida por hongos de los géneros *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp., la distribución de esta micotoxina es mundial, contaminando sustratos como cereales, café, vino, jugo de uva y cerveza. La inhibición de la síntesis de proteína se ha definido como el mecanismo de toxicidad primario para OTA, se da por la inhibición competitiva de fenilalanina-tARNPhe sintetasa, que detiene la elongación del péptido.

Según la IARC la OTA se encuentra dentro del grupo 2B por ser posible carcinógeno para humanos. Se ha encontrado relación

entre el consumo de alimentos contaminados con OTA y la nefropatía endémica de los Balcanes, determinando que el órgano blanco es el riñón. Los efectos sobre el sistema inmune han sido evaluados observándose inmunosupresión marcada después de la administración oral de OTA.

**Fumonisinias**. Son producidas por *Fusarium verticillioides* (sin. moniliforme), fueron descubiertas en 1988. Se ha relacionado la fumonisin B1 (FB1) con la presentación de cáncer esofágico en humanos, leucoencefalomalacia en equinos y edema pulmonar porcino entre otros.

Su distribución es mundial, siendo el maíz el cultivo más afectado. El mecanismo de acción tóxica de las fumonisinias involucra la inhibición de la enzima ceramida sintetasa, generando un acúmulo de las bases esfingoides y una disminución de los esfingolípidos complejos. Se encuentra clasificada según la IARC dentro del grupo 2B.

**Zearalenona (ZEA)**. La zearalenona (ZEA) es una lactona ácida resorcílica producida por diferentes especies del género *Fusarium* spp. Es una micotoxina de distribución mundial y los principales sustratos afectados son trigo, maíz, sorgo, cebada y piosos (2).

La capacidad de la ZEA para acoplarse a los receptores del 17- $\beta$ -estradiol ha determinado la acción tóxica de esta micotoxina, que compite con los estrógenos por los receptores citosólicos de las células de los órganos blanco y se une a estos, comportándose como un disruptor endocrino. En humanos se ha relacionado el consumo de ZEA con la presentación de pubertad precoz en niñas y aumento del tamaño de los órganos reproductores en niños. (Duar-te-Vogel & Villamil-Jiménez, 2010).

### Síntomas y signos

Entre la sintomatología se puede mencionar: Dolor abdominal, náuseas, cefaleas.

En los signos medibles y perceptibles tenemos: Prolongación del intervalo P-R del EKG, bloqueo de rama derecha, episodio febril leve, anorexia, vómitos, ictericia, edema de las extremidades superiores, hígado palpable, ascitis, hemorragia GI masiva, fiebre, edema pedio, hepatomegalia, esplenomegalia, taquicardia, dolor a la palpación del hígado, macula papular no pruriginosa (Peraica, Radic, & Lucic, 2000).

### Infecciones superficiales

Muchas infecciones fúngicas de la piel se diagnostican a través de una evaluación clínica y de la propia experiencia del médico. Además de los síntomas generales, muchas infecciones dérmicas tienen signos característicos, como la aparición de infección en las uñas y en otros lugares típicos del organismo -como el pie de atleta, entre los dedos de los pies. Sin embargo, a través de la evaluación clínica no se puede conocer el hongo causante de la infección. Por esta razón, algunas pruebas de laboratorio pueden ser útiles para detectar y confirmar una infección fúngica, y pueden servir de ayuda para la elección del tratamiento. Entre las pruebas se incluye:

- Examen microscópico, utilizando la preparación con hidróxido de potasio (KOH) y tinción con blanco de calcofluor.
- Cultivo de hongos y pruebas de susceptibilidad.

### Pruebas para infecciones profundas y sistémicas

En las infecciones fúngicas los síntomas son generalmente muy inespecíficos y pueden confundirse con los causados por otros microorganismos o por otras enfermedades. Las pruebas de laboratorio principalmente se utilizan para diagnosticar infecciones fúngicas graves, para identificar el microorganismo responsable, y determinar su susceptibilidad a agentes antimicrobianos específicos. En algunas ocasiones, estas pruebas también se utilizan para detectar

e identificar bacterias que pueden causar una infección concurrente.

La muestra que se recoge depende de la localización de la infección, y puede incluir muestras: sangre, esputo, orina, líquido cefalorraquídeo (LCR) y/o tejido para realizar una biopsia.

#### Las pruebas pueden incluir:

- Examen microscópico de la muestra, utilizando técnicas como la preparación con KOH y tinción con blanco de calcofluor para determinar, de forma rápida, si la infección está causada por un hongo.
- Cultivo de hongos – Es la principal prueba utilizada para diagnosticar una infección fúngica. Muchos hongos son de crecimiento lento y en algunos casos se requieren varias semanas para su identificación.
- Antibiograma o pruebas de susceptibilidad – Es una prueba de seguimiento del cultivo de hongos que algunas veces se solicita como ayuda en la elección del tratamiento.
- Pruebas de detección de anticuerpos y de detección de antígenos – Aunque están disponibles para una gran variedad de hongos, sólo se utilizan en las infecciones profundas o sistémicas. Pueden realizarse en sangre o en otros fluidos corporales, como el LCR. En las pruebas de anticuerpos suele medirse el nivel o título de anticuerpos.
- Pruebas moleculares para detectar material genético de un organismo específico; pueden realizarse en sangre u otros fluidos corporales, o en muestras obtenidas de cultivos del microorganismo.

#### Junto con las anteriores pruebas se pueden solicitar otras como:

- Tinción de Gram – una prueba rápida para detectar microscópicamente la presencia de bacterias y levaduras en la muestra.

- Cultivo bacteriano – utilizado para descartar una infección bacteriana o para determinar si existe una infección bacteriana concurrente.
- Cultivo de micobacterias – puede utilizarse para descartar una tuberculosis o una infección causada por una micobacteria no tuberculosa.
- Hemocultivo – se solicita cuando se sospecha una septicemia.
- Análisis de LCR - para detectar infección en el sistema nervioso central
- Marcadores tumorales: En el caso de cáncer por micotoxicosis.

#### Biomarcadores de exposición:

En humanos hoy se implementa un método moderno muy sensible UPLC-MS/Ms, que resulta adecuado para detectar y medir con precisión la baja concentración de biomarcadores de forma natural en muestras de orina humana. Mide en forma simultánea: DON, FB1, OTA, AFB1 y ZEA, son las principales micotoxinas presentes en los productos agrarios. El hombre al consumir alimentos contaminados puede estar expuesto a varias de ellas al mismo tiempo. El análisis de esta metodología en Italia, reveló que absolutamente todas las muestras de orina analizadas contenían biomarcadores de dos o más micotoxinas. La concentración media de (FB1): 0,55 ppm. Los biomarcadores se detectaron en 100% (ZEA), 100% (OTA) 96%(DON), 56% (FB1) y 6% (AFB1) de las muestras respectivamente.

#### Aspectos a considerar

Es importante tener en cuenta que los mohos que producen micotoxinas pueden crecer en diversos cultivos y alimentos y penetrar en ellos profundamente. Por lo general, los mohos no crecen en alimentos debidamente secos y almacenados, por lo que un secado eficiente de los productos básicos y el mantenimiento de la sequedad o el almacenamiento adecuado, son medidas efi-

caces contra el crecimiento de mohos y la producción de micotoxinas. (Organización Mundial de la Salud, 2018).

La exposición a micotoxinas debe mantenerse tan baja como sea posible para proteger a las personas. Las micotoxinas no solo representan un riesgo para la salud humana y animal, sino que también afectan la seguridad alimentaria y la nutrición al reducir el acceso de las personas a alimentos saludables.

La OMS, en colaboración con la FAO, es la encargada de evaluar los riesgos para los seres humanos de la contaminación de los alimentos por micotoxinas y de recomendar una protección adecuada. La OMS alienta a las autoridades nacionales a supervisar y garantizar que los niveles de micotoxinas en los alimentos que se comercializan en sus países sean lo más bajos posible y cumplan con los niveles máximos, las condiciones y las legislaciones nacionales e internacionales.

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios y grupos especiales de científicos formados por expertos internacionales independientes realizan exámenes científicos de todos los estudios y datos pertinentes sobre micotoxinas específicas, comparten sus hallazgos respecto a este tema y manifiestan que: En el resultado de las evaluaciones de riesgos para la salud se puede reconocer un nivel de ingesta máxima tolerable (exposición) u otra orientación para indicar el nivel de preocupación (como el margen de exposición), junto con consejos sobre medidas de gestión de riesgos para prevenir y controlar la contaminación y sobre los métodos analíticos y las actividades de monitoreo y control. (OMS 2018). Dándonos a comprender que el nivel de ingesta en pequeñas cantidades se considera tolerable y no producirá daños graves a la salud a corto plazo.

Esta situación permite reflexionar que aun cuando existe el peligro presente y constante para los seres humanos, también

existe una gran necesidad debido a la falta de alimentos para el consumo de la población a nivel mundial, de tal forma que resulta tolerable cierto grado de contaminación en los alimentos, permitiendo la ingesta de los mismos en tanto su contaminación no rebase los niveles tolerables.

### Conclusión

Las micotoxinas son sustancias tóxicas que se originan por el crecimiento del hongo sobre subproductos, harinas, granos, frutas, y otros, que al ser ingeridos producen daño en el organismo del animal y pueden transmitirse al hombre generando efectos negativos en su salud.

Las enfermedades producidas por las micotoxinas e muchas ocasiones no pueden ser identificadas con facilidad.

Las micotoxinas representan un peligro latente tanto para la salud humana como animal, no obstante aún no se han precisado los mecanismos mediante los cuales estas toxinas llegan ocasionar tales daños.

### Recomendaciones

Se considera que se debe alertar a las cadenas productivas de alimentos para que tomen mayores medidas de prevención y control para evitar los factores que influyen en el desarrollo de hongos y en la producción de micotoxinas:

Mejorar las condiciones de almacenamiento y manejo de los productos, considerando la humedad temperaturas y la conservación de las semillas.

Eliminar las malezas, quemar toda materia orgánica muerta antes de la preparación del terreno y practicar rutinariamente la rotación de los cultivos.

Controlar la infestación de insectos y realizar una inspección periódica del producto almacenado.

Una alimentación balanceada, puede contribuir a evitar la ingestión continua de micotoxinas.

## Anexos

**Cuadro 1.** Especies fúngicas productoras de micotoxinas de importancia biológica y económica en humanos, animales y agricultura.

Especie	Micotoxina	Efecto
<i>Aspergillus spp.*</i>	Aflatoxinas	Carcinogénico y teratogénico
<i>Fusarium spp.</i>	Tricotecenos	Hepatotóxico Inhibición de síntesis de proteínas
<i>Fusarium spp.</i>	Fumonisinias	Hepatotóxico y nefrotóxico
<i>Aspergillus spp.</i> <i>Petromyces alliaceus</i> <i>Penicillium verrucosum</i>	Ocratoxina	Nefrotóxico Hepatotóxico Carcinogénico
<i>Fusarium spp.</i>	Zearalenona	Estrogénico
<i>Fusarium spp.</i>	Ileuvericina	Citotóxico
<i>Aspergillus clavatus</i> <i>Rosellinia necatrix</i>	Citocalasina E	Inhibe polimerización de actina
<i>Penicillium expansum</i>	Patulina	Citotóxico
<i>Claviceps purpurea</i>	Alcaloides del ergot	Depresor del Sistema Nervioso Central
<i>Alternaria spp.</i>	Ácido tenuazónico	Hematotóxico
<i>Phomopsis leptostromiformis</i>	Fomopsina	Hepatotóxico
<i>Pithomyces chartarum</i>	Esporidesmina	Enfermedades en piel
<i>Stachybotrys chartarum</i>	Satratoxina	Inhibe síntesis de proteínas
<i>Monascus ruber</i>	Citrinina	Nefrotóxico

**Fuente:** la información de la tabla fue obtenida de: Desjardins y Hohn, 1997; Frisvad et al., 2006; Richard, 2007; Brase et al., 2009; Abrunhosa et al., 2014; Adam, Wiesenberger y Guldener, 2015.

## Bibliografía

Astoviza, M. B., & Socarrás, M. M. (2005). Micotoxinas y cáncer. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas.

Duarte-Vogel, S., & Villamil-Jiménez, L. C. (2010). Micotoxinas en la Salud Pública. Revista de Salud Pública.

LabTest. (2012). Labtest Online. Obtenido de <https://labtestsonline.es/conditions/infecciones-por-hongos>

Mallmann, D. (2007). AviNews. Obtenido de <https://avicultura.info/micotoxinas-se-escapan-de-nuestro-control/>

Organización Mundial de la Salud. (09 de Mayo de 2018). World Health Organization. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>

Peraica, M., Radic, B., & Lucic, A. (2000). Efectos tóxicos de las micotoxinas en el ser humano. Bulletin of the World Health Organization.

Sanjay, R. G. (2017). Manual MSD versión para profesionales. Obtenido de <https://www.msmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/hongos/f%C3%A1rmacos-antimic%C3%B3ticos>

Bankole SA, Mabekoje OO2004. Presencia de aflatoxinas y fumonisinas en maíz precosecha del sudoeste de Nigeria . Aditivo alimentario. contacto 21 : 251–255. doi: 10.1080/02652030310001639558 [ PubMed ] [ CrossRef ] [ Google Académico ]

Darwish WS, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Ishizuka M. An overview on mycotoxin contamination of foods in Africa. 2014;76(6):789-97. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4108760/>

Maldonado Lilian Edith 2020 Fumonisinias en muestras de harina de maíz comercializadas en Resistencia-Chaco: Comparación de un método comercial rápido de ensayo inmunoenzimático (ELISA) con el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), de referencia para la detección y cuantificación” [https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/27603/RIUNNE\\_FMED\\_TM\\_Maldonado\\_E.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/27603/RIUNNE_FMED_TM_Maldonado_E.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bennett JW, Klich M. Mycotoxins. Clin Microbiol Rev. 2003; (16): 497-516. <https://www.scrip.org/%28S%28lz5mqp453edsnp55rrgjct55%29%29/reference/referencespapers.aspx?referenceid=987970>

Bezuidenhout SC, Gelderblom WCA, Gorst-Allman CP, Horak RM, Marasas WFO, Spiteller G, et al.. Structure elucidation of the fumonisins, mycotoxins from *Fusarium moniliforme*. J Chem Soc Chem Commun .1988; 743-5.

Cawood ME, Gelderblom WC, Vleggaar R, Behrend Y, Thiel PG, Marasas WF. Isolation of the fumonisin mycotoxins: a quantitative approach. J Agric Food Chem. 1991; 39 (11): 1958-62.

Seo JA, Lee YW. Natural occurrence of the C series of fumonisins in moldy corn. Appl Environ Microbiol. 1999; 65 (3): 1331-34. Cawood ME, et al 1991).

(Seo JA, et al 1999)

Serrano-Coll HA, Cardona-Castro N. Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. Rev CES Med 2015;29(1):143-152 <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v29n1/v29n1a12.pdf>

Perusia, Oscar R, & Rodríguez A, Roberto. (2001). Micotoxicosis. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 12(2), 87-116. Recuperado en 29 de mayo de 2022, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172001000200013&lng=es&tng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200013&lng=es&tng=es).

Dr. Leonardo J. De Luca (Laboratorios Burnet) EN-GORMIX [www.engormix.com](http://www.engormix.com)

Dra. Deborah César Instituto Plan Agropecuario  
[http://planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R101/R101\\_46.pdf](http://planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R101/R101_46.pdf)



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

**CITAR ESTE ARTICULO:**

Vallejo López, A., Pilco Asqui, E., Ramírez Amaya, J., & Peñafiel Pazmiño, M. (2022). La micotoxicosis y su impacto en la salud. RECIMUNDO, 6(3), 155-165. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(3\).junio.2022.155-165](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(3).junio.2022.155-165)